N° d'Ordre
1144
ORSAY

Parijs

Sujet de la Thèse :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA PHOTOPRODUCTION DU MESON π^- SUR LE DEUTERON DANS LA REGION DE LA PREMIERE RESONANCE

Article principal

PHOTOPRODUCTION OF π^--MESONS ON DEUTERON MONOCHROMATIC PHOTONS IN THE FIRST RESONANCE REGION

recouvrant en partie la Thèse de Doctorat ès Sciences Physiques

de

J. BOUCROT

Soutenue le 15 Juin 1973 à la FACULTE DES SCIENCES D'ORSAY
devant le jury :

MM.	*A. LAGARRIGUE*)	Président
	B. GROSSETETE)	
	H. NGUYEN NGOC)	Examinateurs
	J. TRAN THANH VAN)	
	J. YOCCOZ)	

N° d'Ordre

1144

ORSAY

Sujet de la Thèse :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA PHOTOPRODUCTION DU MESON π^- SUR LE DEUTERON DANS LA REGION DE LA PREMIERE RESONANCE

Article principal

PHOTOPRODUCTION OF π^--MESONS ON DEUTERON MONOCHROMATIC PHOTONS IN THE FIRST RESONANCE REGION

recouvrant en partie la Thèse de Doctorat ès Sciences Physiques

de

J. BOUCROT

Soutenue le 15 Juin 1973 à la FACULTE DES SCIENCES D'ORSAY

devant le jury :

MM.	*A. LAGARRIGUE*)	Président
	B. GROSSETETE)	
	H. NGUYEN NGOC)	Examinateurs
	J. TRAN THANH VAN)	
	J. YOCCOZ)	

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Cette thèse présente une expérience étudiant la "Photoproduction du méson π^- sur le deutéron dans la région de la 1ère résonance". Cette expérience a été réalisée auprès de l'Accélérateur Linéaire d'Orsay en 1971-1972.

Le plan de ce travail comporte quatre parties.

Première partie : Etude théorique de la réaction $\gamma+D\rightarrow\pi^-+p+p_s$.

Cette réaction constitue la manière la plus simple d'étudier la photoproduction sur le neutron libre. Celle-ci a soulevé un intérêt considérable ces dernières années car elle constitue la vérification la plus simple de deux propriétés fondamentales du courant électromagnétique : l'invariance par rapport au renversement du sens du temps et l'impossibilité d'induire des transitions où l'isospin varie de 2 unités. En principe, une analyse multipolaire de l'amplitude de photoproduction, dans le cadre de ces deux propriétés, devrait prédire correctement les sections efficaces sur le neutron - comme c'est le cas sur le proton. Or les résultats expérimentaux actuels sont tellement imprécis et contradictoires qu'on en est venu à remettre en question ces propriétés. Des difficultés supplémentaires proviennent de la nécessité d'utiliser le deutéron : d'une part il faut mesurer 5 paramètres indépendants pour fixer la cinématique, d'autre part l'extraction des sections efficaces sur le neutron libre pose des problèmes non résolus à ce jour.

Deuxième partie : Le dispositif expérimental.

Jusqu'à présent deux expériences seulement ont réalisé en Chambre à Bulles la détection en coïncidence du proton et du π^-, mais en utilisant un faisceau de Bremsstrahlung. Nous avons utilisé le dispositif suivant :

a) Faisceau de photons : Il s'agit d'un faisceau presque monochromatique, obtenu par annihilation en vol de positrons dans une cible d'hydrure de lithium. Les photons sont sélectionnés à angle par un collimateur ce qui fournit une résolution de 6% pour E_z = 250 MeV et 8% pour E_z =400MeV. Nous donnons le calcul complet du spectre de photons.

b) Cible et spectromètre : Nous avons utilisé un spectromètre à large entrefer (26cm) où règne une induction de 1,7 Tesla ; dans l'entrefer nous

avons placé une cible à deutérium liquide entièrement automatique, alimentée en circuit fermé par un reliquéfacteur.

c) Détecteurs de particules : Le proton et le π^- sont détectés en coincidence par un ensemble de 9 chambres multifils proportionnelles (totalisant 1700 fils espacés de 2mm) placées dans l'entrefer de l'aimant. Il s'agit de la première expérience utilisant de la sorte des chambres à fils. La lecture et l'enregistrement des données sont effectués par un ordinateur VARIAN 620/i. Une logique rapide permet d'enregistrer, soit des événements "DATA" (candidat de photoproduction dont la lecture est déclenchée de manière non sélective), soit des événements "SYNCHRO" (candidats paires e^+e^- destinés à effectuer la normalisation des sections efficaces).

10^6 DATA et 3,5 10^6 SYNCHRO ont été enregistrés sur 32 bandes magnétiques en 1200 heures de faisceau et à 5 énergies de photons.

Troisième partie : L'analyse des données.

Tout d'abord, une "copie" simplifiée des bandes originales a été prise en ne conservant que les candidats de photoproduction vraisemblables.

La sélection des événements comportant un proton vers l'avant a été réalisée en plusieurs étapes :

- calcul d'un ensemble de 1500 trajectoires théoriques de protons, déterminées pas à pas dans le champ magnétique inhomogène.
- chaque combinaison de fils touchés dans un événement est comparée à ces trajectoires théoriques pour en extraire la plus proche qui sert de trajectoire de base.
- calcul de l'impulsion du proton à partir de la trajectoire de base.
- détermination de l'angle initial de la particule, à condition que celle-ci provienne de la cible.

Ensuite on procède à la recherche du π^- en coïncidence ; s'il existe, on calcule son impulsion et son angle de diffusion et on en déduit par un calcul de cinématique à 3 corps l'impulsion et l'angle du proton spectateur. En même temps on effectue un calcul de Monte-Carlo de l'espace de phase - ce qui permet de déterminer le bruit de fond. On obtient ainsi la distribution angulaire du π^- et la distribution des impulsions du proton

spectateur. Le calcul est facilité par le fait que nous avons une cinématique presque plane dans les conditions de détection de notre appareillage.

Le traitement séparé des événements SYNCHRO permet de déterminer le flux de photons incidents.

Une partie des données ayant été prise avec une cible d'hydrogène, nous avons pu vérifier que cette méthode nous fournissait une valeur correcte de la section efficace de la réaction $\gamma+p\rightarrow\pi^{\circ}+p$.

Quatrième partie : Résultats.

1°) Distribution des impulsions du proton spectateur :

Les distributions expérimentales trouvées sont parfaitement compatibles avec celle calculée à partir de la fonction d'onde non relativiste du deutéron. Une légère différence trouvée à E_z = 400 MeV peut être attribuée à la contamination par la double photoproduction.

Ce résultat constitue la première preuve expérimentale de la validité du modèle du proton spectateur dans la région de 1ère résonance pour la réaction étudiée. Ce résultat permet de s'affranchir d'une grande partie des corrections dues au deutéron en sélectionnant les événements dont le proton spectateur a une faible impulsion (<100 MeV/c).

2°) Distributions angulaires du π^- :

Les distributions brutes fournies par le programme d'analyse sont corrigées pour tenir compte de plusieurs effets : pertes d'événements en cours de l'analyse, pertes dues à l'intéraction des π^- dans le deutérium, à l'intéraction des protons dans le deutérium, à la contamination par la double photoproduction au-dessus de E_γ = 325 MeV. Un programme de Monte-Carlo permet de calculer la correction provenant de la coupure effectuée sur l'impulsion des protons spectateurs, ainsi que l'angle solide d'acceptance des événements. On calcule ensuite la section efficace différentielle pour les différents angles du π^- détectés dans l'expérience, aux cinq énergies utilisées. La forme des sections efficaces obtenues varie rapidement au passage de la résonance et présente au sommet de celle-ci une réduction vers 180°. Les distributions ne sont données ici que pour $\theta\pi$ (angle photon - π^- dans le système du centre de masse) compris entre 90° et 180° ; nous

avons également enregistré les distributions entre 60° et 90° mais leur dépouillement, plus complexe, fera l'objet d'une étude ultérieure.

En conclusion, nous comparons les résultats obtenus aux différents modèles théoriques et nous indiquons l'intérêt que présenterait une étude très complète de cette réaction réalisée auprès d'un accélérateur permettant une statistique beaucoup plus élevée, telle que l'A.L.S. de Saclay.